

УДК 622

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОБОГАЩЕНИЯ МАГНЕТИТОВЫХ РУД КЛАССА КРУПНОСТИ МЕНЕЕ 0,2 ММ

Романова А.А, студент группы ОПс-171, V курс
Бабайцев А.А., студент группы ОПс-171, V курс,
Научный руководитель: Суслина Л. А., канд.хим.наук, доц.
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф.Горбачева

Современное металлургическое производство в настоящее время предъявляет все большие требования к качеству железорудных концентратов. Вместе с тем применение используемого до настоящего времени оборудования для переработки железных руд не позволяло получать качественные концентраты в каждой стадии обогащения.

Классическая схема переработки железной руды предполагает выделение в каждой стадии обогащения отвальных хвостов с направлением чернового концентрата в последующие стадии измельчения, при этом число стадий измельчения увеличивается до 4-5. Каждая стадия измельчения непременно приводит к увеличению содержания в измельченном продукте труднообогащаемых тонких классов. В результате осуществляются большие потери тонкоизмельченного магнетита, т.к. при крупности магнетита менее 0,05 мм его магнитная восприимчивость становится сопоставимой или даже меньшей, чем у сростков [1, 2].

Возможные решения данной проблемы:

1. Сепарация в переменном магнитном поле. Она позволяет стадийно получать концентраты высокого качества за счет эффекта разрушения магнитных флоккул. Но конструктивно данные сепараторы сложны и далее опытных образцов не производились [3].
2. Гравитационное обогащение на спиральных сепараторах. Испытание опытных установок показало возможность стадийного выделения концентратов с содержанием железа до 65 %. Недостатком данного метода является слишком малая эффективность при обогащении тонких классов [4, 5].
3. Сепарация с регулируемой циркуляцией магнитного потока на аппаратах типа ПБМ-ППЦ-90-250 (сепаратор барабанный с постоянными магнитами противоточной и циркуляционной ванной).
4. Магнитно-гравитационная сепарация – разделение по плотности и магнитной восприимчивости одновременно.

Сепараторы с регулируемой циркуляцией магнитного продукта

Полупротивоточные магнитные барабанные сепараторы с регулируемой циркуляцией магнитного продукта ПБМ-ППЦ-90/250 производит ОАО Рудгормаш, г Воронеж [6]. Они предназначены для мокрой сепарации сильномагнитных руд крупностью питания 0-0,2 мм с многократной перемелкой концентрата.

При работе сепаратора часть магнитного продукта возвращается в рабочую зону. В результате внутри камеры происходит управляемая циркуляция магнитного продукта. Питание подается в загрузочную, распределительную коробку и успокоители, далее поступает в специальный отсек и направляется в рабочую зону сепаратора. Немагнитный продукт разгружается через хвостовые патрубки. Магнитная фракция вращающимся барабаном транспортируется в приемную коробку, состоящую из отделений, из которых часть можно направить в разгрузочную коробку для готового продукта, а оставшуюся часть концентрата вернуть в рабочую зону сепаратора.

Возможность повторного обогащения части концентрата магнитной сепарации повышает ее эффективность. Изменение циркулирующей нагрузки обеспечивает возможность получения в одном сепараторе концентрата, соответствующего по содержанию железа трем и более перемелкам.

Магнитно-гравитационные сепараторы

Магнитно-гравитационные сепараторы в настоящее время начинают завоевывать популярность за счет простоты конструкции, возможности автоматизации процесса и хорошей эффективности при правильной настройке параметров. Они позволяют получать концентраты с повышенным содержанием железа до 70 % и более. Но необходимо помнить, что при превышении крупности питания более 0,2 мм резко падает эффективность обогащения. Этот недостаток можно устранить, применяя для четкого выделения класса крупности менее 0,2 мм тонкое грохочение, например, на грохотах типа SuperStack компании «Derrick Corporation» [7, 8]. Этот выбор является наиболее перспективным, применяя тонкое грохочение во всех циклах измельчения. К тому же удаление на каждой стадии измельчения тонких классов магнетита, т. е. исключение этих классов из циркуляционной нагрузки мельниц, повысит эффективность операций обогащения после каждой стадии измельчения.

Производитель магнитно-гравитационного сепаратора МГС-2: АО «Энергокомплект», Санкт-Петербург [9], разработчик: Горный институт Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, Мурманская обл. [10].

Метод магнитно-гравитационной сепарации реализуется по крупности, плотности и магнитной восприимчивости частиц. Этот метод дает возможность вывести из основного обогащения рудные классы крупностью менее 0,1-0,2 мм.

Общий принцип обогащения весьма схож с принципом работы гидросайзеров. Частицы с большой магнитной восприимчивостью под действием гравитационных и магнитных сил скапливаются в нижней части аппарата, образуя сгущённый магнитный слой. Частицы немагнитные вместе с бедными сростками потоками воды удаляются из взвешенного слоя магнитных частиц в верхние слои пульпы и удаляются из сепаратора через перелив. Технологическими характеристиками процесса можно управлять посредством регулирования высоты взвешенного магнитного слоя с помощью изменения магнитной индукции катушки сепаратора, а также изменением скорости восходящего водного потока.

Таким образом можно регулировать точность разделения минеральных компонентов по магнитным свойствам и плотности и достигать высокого качества магнитного продукта путём регулирования скорости вертикального водного потока и напряжённости магнитного поля. Управление можно осуществлять как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Полученные в лаборатории Горного института Кольского научного центра РАН данные показывают, что применение магнитно-гравитационной сепарации в комбинации с тонким грохочением позволяет получить железорудные концентраты как кондиционного качества (65,7 % Fe_{общ.}), так и содержащие более 70% [11-13].

Это согласуется с результатами в практике обогащения железных руд. МГ-сепарация особенно эффективна при перечистке концентратов. По результатам испытаний МГ-сепарации при доводке железных концентратов (ОАО «Лебединский ГОК») из концентрата пятой магнитной сепарации за один приём получено высококачественного продукта с массовой долей железа 70,3% и 2,1% диоксида кремния при извлечении железа от операции 97,25% [14].

Литература

1. Пелевин А. Е. Стадиальное выделение железного концентрата // Обогащение руд, 2007. – №3. – С.10-15.
2. Усачев П. А., Опалев А. С. Магнитно-гравитационное обогащение руд. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1993. – 92 с.
3. Кармазин В. В. Перспективы развития технологии обогащения железорудного сырья / В. В. Кармазин // Горный журнал. – 2008.
4. Иванов В. Д. Винтовые аппараты для обогащения руд и песков в России: монография / В. Д. Иванов, С. А. Прокопьев. – М: Дакси, 2000.
5. Изучение возможности применения винтовой сепарации в схеме обогащения на Абагурской и Мундыбашской обогатительных фабриках ОАО «Евразруда»: отчет о НИР / А. М. Пономарева М. Е. Трескина. – Иркутск. - ООО НПФ «Спирит». – 2006. – 72 с.
6. <https://rudgormashural.ru/produktsiya/separatory/2pbs-90-250a/>

7. Лелис В. Ю. Опыт применения вибрационных грохотов корпорации Derrick при обогащении железных руд / В. Ю. Лелис, Дж. Веннен, Н. Тране, // Горный журнал. – 2002. – № 3.
8. Opalev A. S. Improving quality of magnetite concentrates based on magnetic-gravity separation // Gornyi Zhurnal. 2020. № 9. С. 72-77. (Опалев А. С. Повышение качества магнетитовых концентратов на основе магнитно-гравитационной сепарации // Горный журнал. 2020. № 9. С. 72-77.)
9. <http://www.energocomplekt.ru/o/itemlist/category/28-k2.html>
10. <http://www.goikolasc.ru>
11. Опалев А. С., Щербаков А. В. Разработка и внедрение инновационной энергосберегающей технологии обогащения железистых кварцитов на АО «ОЛКОН» // Инновационные технологии обогащения минерального и техногенного сырья: материалы науч.-техн. конф. в рамках VI Уральского горнопромышленного форума, 2–4 декабря 2015. Екатеринбург: Изд-во УГ-ГУ, 2015. С. 125–131.
12. Опалев А. С. Интенсификация обогащения магнетитовых руд [Электронный ресурс] / А. С. Опалев, В. В. Бирюков // Режим доступа: http://www.Kolas.net.ru/russion/innovation_ksc*2.21.pdf.
13. Опалев А. С. Стадиальное выделение магнетит-гематитового концентрата при разработке технологии обогащения железистых кварцитов / А. С. Опалев, М. С. Хохуля, В. В. Бирюков, М. В. Сытник, Т. А. Конторина // Апатиты: Изд. КНЦ РАН.
14. Ломовцев Л. А. Возможности повышения обогащения неокисленных магнетитовых кварцитов Михайловского ГОКа / Л. А. Ломовцев, К. Л. Ломовцев, В. В. Григорьев, Ю. В. Короленко, С. В. Безверхий // Сборник материалов IV Конгресса обогатителей М.: МИСИС. – 2003.